

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE03 / 02709

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 06 OCT 2003	
WIPO	PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 47 764.7

**Anmeldetag:** 14. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Zerstäuberdüse

**IPC:** B 05 B, C 01 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Brosig*

Brosig

5 R. 302811

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Zerstäuberdüse

15 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Zerstäubungsanordnung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20 Bei brennstoffzellengestützten Transportsystemen kommen zur Gewinnung des benötigten Wasserstoffs aus kohlenwasserstoffhaltigen Kraftstoffen sog. chemische Reformer zum Einsatz:

25 Alle vom Reformer zum Reaktionsablauf benötigten Stoffe wie z.B. Luft, Wasser und Kraftstoff werden idealerweise dem Reformer in gasförmigem Zustand zugeführt. Da aber die Kraftstoffe, wie z.B. Methanol oder Benzin, und Wasser an Bord des Transportsystems vorzugsweise in flüssiger Form  
30 vorliegen, müssen sie erst, kurz bevor sie dem Reformer zugeführt werden, erhitzt werden, um sie zu verdampfen. Dies erfordert einen Vorverdampfer, der in der Lage ist, die entsprechenden Mengen an gasförmigem Kraftstoff und Wasserdampf zur Verfügung zu stellen, wobei meist die  
35 Abwärme des Reformers zur Verdampfung benutzt wird.

Da der Wasserstoff zumeist sofort verbraucht wird, müssen die chemischen Reformer in der Lage sein, die Produktion von Wasserstoff verzögerungsfrei, z.B. bei Lastwechseln oder

Startphasen, an die Nachfrage anzupassen. Insbesondere in der Kaltstartphase müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, da der Reformer keine Abwärme bereitstellt. Konventionelle Verdampfer sind nicht in der Lage die entsprechenden Mengen an gasförmigen Reaktanden verzögerungsfrei zu erzeugen.

Die für die chemische Reaktion, in welcher beispielsweise der Kraftstoff unter anderem zu Wasserstoff reformiert wird, notwendige Temperatur, wird durch sogenannte Katbrenner zur Verfügung gestellt. Katbrenner sind Komponenten, welche mit einem Katalysator beschichtete Flächen aufweisen. In diesen katalytischen Brennern wird das Kraftstoff/Luftgemisch in Wärme und Abgase gewandelt, wobei die entstehende Wärme beispielsweise über die Mantelflächen und/oder über den warmen Abgasstrom an die entsprechenden Komponenten, wie beispielsweise den chemischen Reformer oder einen Verdampfer, geführt wird.

Die Umsetzung des Kraftstoffs in Wärme ist stark von der Größe der Kraftstofftröpfchen, welche auf die katalytische Schicht auftreffen, abhängig. Je kleiner die Tröpfchengröße ist und je gleichmäßiger die katalytische Schicht mit den Kraftstofftröpfchen beaufschlagt wird, desto vollständiger wird der Kraftstoff in Wärme gewandelt und desto höher ist der Wirkungsgrad. Der Kraftstoff wird so zudem schneller umgesetzt und Schadstoffemissionen gemindert. Zu große Kraftstofftröpfchen führen zu einer Belegung der katalytischen Schicht und damit zu einer nur langsamen Umsetzung. Dieses führt insbesondere in der Kaltstartphase beispielsweise zu einem schlechten Wirkungsgrad.

Es ist daher sinnvoll, den Kraftstoff durch eine Zerstäubungseinrichtung in feinverteilter Form in den Reformer/Katbrenner einzubringen, wobei, bei ausreichendem Wärmeangebot, der Verdampfungsprozeß durch die hohe Oberfläche des feinverteilten Kraftstoffs verbessert wird.

Beispielsweise sind aus der US 3,971,847 Vorrichtungen zur Eindosierung von Kraftstoffen in Reformer bekannt. Der Kraftstoff wird hier von vom Reformer relativ weit entfernten Zumeßeinrichtungen über lange Zuführungsleitungen und eine einfache Düse in einen temperierten Stoffstrom zugemessen. Dabei trifft der Kraftstoff zuerst auf Prallbleche, die nach der Austrittsöffnung der Düse angeordnet sind, welche eine Verwirbelung und Verteilung des Kraftstoffs bewirken sollen, und gelangt dann über eine relativ lange Verdampfungsstrecke, welche für den Verdampfungsprozess notwendig ist, in den Reaktionsbereich des Reformers. Durch die lange Zuführungsleitung kann die Zumeßeinrichtung von thermischen Einflüssen des Reformers isoliert werden.

Nachteilig bei den aus der obengenannten Druckschrift bekannten Vorrichtungen ist insbesondere, daß durch die einfache Konstruktion der Düse und die Anordnung der Prallbleche eine gezielte Eindosierung von Kraftstoff, beispielsweise in Bereiche des Reformers mit großem Wärmeangebot, nur unzureichend möglich ist. Dies führt zu einem relativ großen Raumbedarf durch die Notwendigkeit einer langen und voluminösen Verdampfungsstrecke.

Außerdem ergeben sich im Kaltstartbetrieb Probleme, da sich lange und voluminöse Verdampfungsstrecken nur langsam aufheizen und zudem relativ viel Wärme ungenutzt abgeben. Durch die in der US 3,971,847 offenbarten Anordnungen von Düse und Prallblechen ist es insbesondere nicht möglich, eine Hohlzylinderinnenfläche gleichmäßig mit Kraftstoff zu benetzen, dabei bestimmte Flächen des Hohlzylinders von der Benetzung mit Kraftstoff auszunehmen oder die Menge des eindosierten Kraftstoffs der Verteilung des Wärmeangebots im Zumeßraum anzupassen. Auch die Form der durch den Zumeßvorgang entstehenden Kraftstoffwolke kann nur unzureichend beeinflußt werden.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Zerstäuberdüse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß durch eine geeignete Gestaltung und Anordnung der Kraftstoff entsprechend dem im Zumeßraum herrschenden Wärmeangebot eingebracht werden kann. Dadurch wird der Verdampfungsprozeß des Kraftstoffs optimiert und kann auf kleinem sich schnell aufheizenden Raum erfolgen. Außerdem kann das Betriebsverhalten verbessert werden, da beispielsweise Meßstrecken oder Meßflächen, beispielsweise Sensoren, von einer Kraftstoffbeaufschlagung weitgehend ausgenommen werden können. Die Geometrie des abgespritzten Kraftstoffes bzw. der Kraftstoffwolke kann den im Zumeßraum herrschenden Gegebenheiten und den dadurch gegebenen Bedingungen hervorragend angepaßt werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen der im Hauptanspruch angegebenen Zerstäubungsanordnung möglich.

In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung ist der Düsenkörper der Zerstäuberdüse hohlzylindrisch geformt. Dadurch kann die Zerstäuberdüse sehr einfach, genau und damit kostengünstig hergestellt werden. Zudem kann damit die Zerstäuberdüse beispielsweise aus standardisierten Halbzeugen hergestellt werden, z.B. aus normierten Metallrohren.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist eine Gaszuführungsöffnung zur Zuführung eines Gases, beispielsweise Luft oder Restgase aus einem Brennstoffzellen- oder Reformierungsprozeß, zwischen den Abspritzöffnungen der ersten Höhenstufe und der Dosieröffnung angeordnet. Hierdurch kann die Gemischaufbereitung vorteilhaft beeinflußt werden.

Vorteilhaft weitergebildet werden kann die Zerstäuberdüse zudem, indem nach der letzten in Kraftstoffströmungsrichtung liegenden Abspritzöffnung einer Höhenstufe mindestens eine weitere Abspritzöffnung angeordnet ist, die eine axiale

Komponente zur Mittelachse des Düsenkörpers aufweist. Dadurch kann die Zerstäubung von Kraftstoff noch besser den im Zumeßraum herrschenden Bedingungen angepaßt werden.

- 5 Durch die geometrische Form der Düsenkörpereinsätze kann das Strömungsverhalten des Kraftstoffs im Düsenkörper vorteilhaft beeinflusst werden, wobei Düsenkörpereinsätze mit rechteckigem, konkavem oder konvexem Querschnitt besonders vorteilhaft und einfach herzustellen und zu montieren sind.
- 10 Außerdem kann das Strömungsverhalten bzw. können die Druckverhältnisse im Düsenkörper durch die Form der Durchtrittsöffnung beeinflusst werden. Hierbei sind Durchtrittsöffnungen mit trapezförmigem, rechteckigem oder einer Kombination von rechteckigem und trapezförmigem
- 15 Querschnitt besonders vorteilhaft, insbesondere da sie sich einfach, genau und damit kostengünstig herstellen lassen. Vorteilhaft ist außerdem, die Durchtrittsöffnung in mehreren gleichförmigen Querschnitten unterschiedlicher Größe zu realisieren, beispielsweise als Stufenbohrung.
- 20 Werden im Düsenkörper wandstärkereduzierte Abschnitte angeordnet, so wird insbesondere die Wärmeleitfähigkeit zur Dosierstelle hin herabgesetzt. Eine dort angeordnete Zumeßeinrichtung wird so von übermäßiger Erwärmung
- 25 geschützt. Außerdem kann durch die wandstärkereduzierten Abschnitte die Abstrahlgeometrie beeinflusst werden, wenn sie im Bereich der Abspritzöffnungen liegen.

#### Zeichnung

30

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- 35 Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse;

- Fig. 2A eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse angeordneten Düsenkörpereinsatzes;
- 5 Fig. 2B eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse angeordneten Düsenkörpereinsatzes;
- 10 Fig. 2C eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse angeordneten Düsenkörpereinsatzes;
- 15 Fig. 2D eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse angeordneten Düsenkörpereinsatzes;
- 20 Fig. 2E eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse angeordneten Düsenkörpereinsatzes;
- 25 Fig. 2F eine schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse angeordneten Düsenkörpereinsatzes und
- Fig. 3 eine schematische Teilschnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse im Bereich einer Höhenstufe.

### 30 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beispielhaft beschrieben.

- 35 Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäß ausgestalteten Zerstäuberdüsen ermöglichen eine einfache Dosierung und Zerstäubung in heißer Atmosphäre bei robuster Konstruktion, Anwendung in unterschiedlichen

räumlichen Konstellationen und Einsatz von Standard-Niederdruck-Brennstoffeinspritzventilen.

5 In den Figuren sind gleiche Bauteile jeweils mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Die Pfeile symbolisieren jeweils die Kraftstoff- und Gasströme.

10 Ein in Fig. 1 schematisiert dargestelltes erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 ist in der Form einer Zerstäuberdüse 1 für die Verwendung von Niederdruck-Brennstoffeinspritzventilen 16 ausgeführt. Die Zerstäuberdüse 1 eignet sich insbesondere zum Eintrag und zur Zerstäubung von Kraftstoff in einen nicht dargestellten chemischen Reformer zur Gewinnung von  
15 Wasserstoff.

Die erfindungsgemäße Zerstäuberdüse 1 weist in diesem Ausführungsbeispiel einen hohlzylindrischen Düsenkörper 2 mit einer oben zu einer Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2  
20 mittig angeordneten Dosieröffnung 6 auf. In Kraftstoffströmungsrichtung 8 folgen dann eine an der Längsseite des Düsenkörpers 2 angeordnete Gaszuführungsöffnung 7, acht Höhenstufen 4 mit dazu jeweils rechtwinklig zur der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2  
25 angeordneten Abspritzöffnungen 3 und schließlich die der Dosieröffnung 6 gegenüberliegende Seite des Düsenkörpers 2 mit einer Abspritzöffnung 3.

30 Vor der in Kraftstoffströmungsrichtung 8 liegenden ersten Höhenstufe 4.1 und der letzten Höhenstufen 4.2 sind jeweils Düsenkörpereinsätze 5 mit axialmittig angeordneten Durchtrittsöffnungen 11 im Düsenkörper 2 angeordnet. Die Mittelachsen 12 der Durchtrittsöffnungen 11 decken sich in diesem Ausführungsbeispiel mit der Mittelachse 10 des  
35 Düsenkörpers 2. Die Düsenkörpereinsätze 5 sind scheibenförmig, wobei der vor der ersten Höhenstufe 4.1 liegende erste Düsenkörpereinsatz 5.1 von der Durchtrittsöffnung 11 zum Außenumfang hin konkav gegen die Kraftstoffströmungsrichtung 8 eingezogen ist. Die



Düsenkörpereinsätze 5 sind im Bereich des Außenumfangs mit dem Düsenkörper 2 so dichtend gefügt, daß zwischen Düsenkörper 2 und Außenumfang des Düsenkörpereinsatzes 5 kein Kraftstoff oder Gas hindurchdringen kann. In diesem Ausführungsbeispiel sind Düsenkörpereinsatz 5 und Düsenkörper 2 durch eine Laserschweißverbindung 14 gefügt. Sie können auch eingepreßt werden. Als Düsenkörpereinsätze 5 eignen sich in hervorragender Weise Spritzlochscheiben wie sie aus Brennstoffeinspritzventilen bekannt sind.

10 Die Durchtrittsöffnung 11 des ersten Düsenkörpereinsatzes 5.1 ist als Bohrung im Querschnitt rechteckig, die des letzten Düsenkörpereinsatzes 5.2 trapezförmig nach unten öffnend ausgeführt. Erfindungsgemäß können in weiteren  
15 Ausführungsbeispielen weitere Düsenkörpereinsätze 5 zwischen den Höhenstufen 4 angeordnet werden, wobei die Form der Düsenkörpereinsätze 4, ihre Einbaulage und die Form bzw. die Zusammensetzung der Formen der Durchtrittsöffnungen 11 beliebig zur Steuerung der Kraftstoffströmung, Gasströmung  
20 und Druckverhältnisse kombiniert und variiert werden können.

Der Kraftstoff wird durch die Dosieröffnung 6, in diesem Ausführungsbeispiel durch ein Niederdruck-Brennstoffeinspritzventil 16, in die Zerstäuberdüse 1 bzw.  
25 den Düsenkörper 2 zugemessen und strömt dann in Kraftstoffströmungsrichtung 8, welche entlang der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2 verläuft, an der Gaszuführungsöffnung 7, durch welche über ein Gasrohr 15 Restgase und/oder Luft in den Düsenkörper 2 geführt werden,  
30 vorbei hin zu dem ersten Düsenkörpereinsatz 5.1. Der Kraftstoff bzw. das Kraftstoff/Gas-Gemisch tritt dann durch die Durchtrittsöffnung 11 hindurch, wonach zumindest ein Teil des Kraftstoffes bzw. Kraftstoff/Gas-Gemisches durch die auf der Höhe der jeweiligen Höhenstufen 4 angeordneten  
35 Abspritzöffnungen 3 in einen nicht dargestellten Zumeßraum abgespritzt wird. Der verbleibende Teil des Kraftstoffes bzw. des Kraftstoff/Gas-Gemisches tritt durch die trapezförmig nach unten in Kraftstoffströmungsrichtung 8 öffnende Durchtrittsöffnung 11 des letzten

Düsenkörpereinsatzes 5.2 hindurch und kann durch die danach angeordneten Abspritzöffnungen 3 der letzten Höhenstufe 4.2 und der an der unteren Seite des Düsenkörpers 2 angeordneten Abspritzöffnung 3 in den nicht dargestellten Zumeßraum aus dem Düsenkörper 2 bzw. der Zerstäuberdüse 1 mit entsprechend geringerem Druck entweichen.

Fig. 2A zeigt eine erste Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 angeordneten Düsenkörpereinsatzes 5, wobei der scheibenförmige Düsenkörpereinsatz 5 zum Außendurchmesser hin konkav entgegen der Kraftstoffströmungsrichtung 8 eingezogen ist. Der Düsenkörpereinsatz 5 ist in den Düsenkörper 2 eingepresst und sitzt in Kraftstoffströmungsrichtung 8 vor der Höhenstufe 4 mit den Abspritzöffnungen 3. Die Mittelachse 12 der Durchtrittsöffnung 11 deckt sich mit der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2.

Fig. 2B zeigt eine zweite Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 angeordneten Düsenkörpereinsatzes 5, wobei der scheibenförmige Düsenkörpereinsatz 5 zum Außendurchmesser hin konkav zur Kraftstoffströmungsrichtung 8 eingezogen ist. Der Düsenkörpereinsatz 5 ist in den Düsenkörper 2 eingepresst und sitzt in Kraftstoffströmungsrichtung 8 vor der Höhenstufe 4 mit den Abspritzöffnungen 3. Die Mittelachse 12 der Durchtrittsöffnung 11 deckt sich mit der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2.

Fig. 2C zeigt eine dritte Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 angeordneten Düsenkörpereinsatzes 5. Die mittig angeordnete Durchtrittsöffnung 11 ist als stufenlose Bohrung ausgeführt. Der scheibenförmige Düsenkörpereinsatz 5 ist in den Düsenkörper 2 eingepresst und sitzt in Kraftstoffströmungsrichtung 8 vor der Höhenstufe 4 mit den Abspritzöffnungen 3. Die Mittelachse 12 der Durchtrittsöffnung 11 deckt sich mit der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2.

Fig. 2D zeigt eine vierte Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 angeordneten Düsenkörpereinsatzes 5. Die mittig angeordnete Durchtrittsöffnung 11 ist im Längsschnitt trapezförmig, wobei sie sich in Kraftstoffströmungsrichtung 8 verengt. Der scheibenförmige Düsenkörpereinsatz 5 ist in den Düsenkörper 2 eingepresst und sitzt in Kraftstoffströmungsrichtung 8 vor der Höhenstufe 4 mit den Abspritzöffnungen 3. Die Mittelachse 12 der Durchtrittsöffnung 11 deckt sich mit der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2.

Fig. 2E zeigt eine fünfte Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 angeordneten Düsenkörpereinsatzes 5. Die mittig angeordnete Durchtrittsöffnung 11 ist als einstufige Stufenbohrung ausgeführt, wobei die in Kraftstoffströmungsrichtung 8 liegende erste Teilbohrung einen größeren Durchmesser besitzt. Der scheibenförmige Düsenkörpereinsatz 5 ist in den Düsenkörper 2 eingepresst und sitzt in Kraftstoffströmungsrichtung 8 vor der Höhenstufe 4 mit den Abspritzöffnungen 3. Die Mittelachse 12 der Durchtrittsöffnung 11 deckt sich mit der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2.

Fig. 2F zeigt eine sechste Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 angeordneten Düsenkörpereinsatzes 5. Die mittig angeordnete Durchtrittsöffnung 11 weist in ihrem Querschnitt zwei unterschiedliche geometrische Formen auf. Die in Kraftstoffströmungsrichtung 8 liegende erste geometrische Form ist rechteckig und die darauf folgende ist trapezförmig nach unten verengend. Der scheibenförmige Düsenkörpereinsatz 5 ist in den Düsenkörper 2 eingepresst und sitzt in Kraftstoffströmungsrichtung 8 vor der Höhenstufe 4 mit den Abspritzöffnungen 3. Die Mittelachse 12 der Durchtrittsöffnung 11 deckt sich mit der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zerstäuberdüse 1 im Bereich einer Höhenstufe 4, wobei der Düsenkörper 2 im Bereich der Höhenstufe 4 einen wandstärkerereduzierten Abschnitt 13 aufweist, der in diesem Ausführungsbeispiel den Außendurchmesser des zylinderförmigen Düsenkörpers 2 entlang des Abschnittes 13 verkleinert. Der Abschnitt 13, der beispielsweise auch den Innendurchmesser des Düsenkörpers 2 erweitern kann, kann mehrfach auch in kurzen Abständen hintereinander im Düsenkörper 2 angeordnet werden und muß nicht im Bereich einer Höhenstufe 4 oder von Abspritzöffnungen 3 verlaufen.

Der scheibenförmige Düsenkörpereinsatz 5 ist zum Außendurchmesser hin konkav entgegen der Kraftstoffströmungsrichtung 8 eingezogen, in den Düsenkörper 2 eingepresst und sitzt in Kraftstoffströmungsrichtung 8 vor dem Abschnitt 13 und der Höhenstufe 4 mit den Abspritzöffnungen 3. Die Mittelachse 12 der Durchtrittsöffnung 11 deckt sich mit der Mittelachse 10 des Düsenkörpers 2. Die Dosieröffnung 6, welche oben am Düsenkörper 2 angeordnet ist, dient in diesem Ausführungsbeispiel zur Aufnahme eines nicht dargestellten abspritzseitigen Endes eines Brennstoffeinspritzventils.

25

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt und ist für beliebige andere Zerstäubungsanordnungen anwendbar.

5 R. 302811

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

10

### Ansprüche

- 15 1. Zerstäuberdüse (1) für Kraftstoffe, insbesondere zum Eintrag in einen chemischen Reformer zur Gewinnung von Wasserstoff, mit einem Düsenkörper (2) mit Abspritzöffnungen (3), die in einen Zumeßraum ausmünden, und zumindest einer Dosieröffnung (6),
- 20 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abspritzöffnungen (3) mit einer radialen Richtungskomponente zu einer Mittelachse (10) des Düsenkörpers (2) in Höhenstufen (4) mit jeweils zumindest einer Abspritzöffnung (3) angeordnet sind, wobei zumindest
- 25 ein Düsenkörpereinsatz (5), welcher zumindest eine Durchtrittsöffnung (11) aufweist, vor der in Kraftstoffströmungsrichtung (8) ersten Höhenstufe (4.1) und/oder zwischen den Höhenstufen (4) im Düsenkörper (2) angeordnet ist.
- 30 2. Zerstäuberdüse nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Düsenkörper (2) hohlzylindrisch ist.
- 35 3. Zerstäuberdüse nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß im Düsenkörper (2) zwischen der in Kraftstoffströmungsrichtung (8) liegenden ersten Höhenstufe

(4.1) und der Dosieröffnung (6) eine Gaszuführungsöffnung (7) angeordnet ist.

4. Zerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß nach der letzten in Kraftstoffströmungsrichtung (8)  
liegenden Höhenstufe (4.2) mit einer axialen  
Richtungskomponente zur Mittelachse (10) des Düsenkörpers  
(2) zumindest eine weitere Abspritzöffnung (3) angeordnet  
10 ist.

5. Zerstäuberdüse nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der zumindest eine Düsenkörpereinsatz (5) mit dem  
15 Düsenkörper (2) hydraulisch dicht verpreßt und/oder  
verschweißt, insbesondere laserverschweißt, ist.

6. Zerstäuberdüse nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß die Mittelachse (12) der Durchtrittsöffnung (11) des  
Düsenkörpereinsatzes (5) parallel zur Mittelachse (10) des  
Düsenkörpers (2) verläuft.

7. Zerstäuberdüse nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest einer der Düsenkörpereinsätze (5) einen  
rechteckigen Querschnitt aufweist.

8. Zerstäuberdüse nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest einer der Düsenkörpereinsätze (5) von der  
Durchtrittsöffnung (11) zum Düsenkörper (2) hin gegen die  
Kraftstoffströmungsrichtung (8) konkav eingezogen ist.

35 9. Zerstäuberdüse nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest einer der Düsenkörpereinsätze (5) von der  
Durchtrittsöffnung (11) zum Düsenkörper (2) hin zur  
Kraftstoffströmungsrichtung (8) konkav eingezogen ist.

10. Zerstäuberdüse nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Querschnitt der Durchtrittsöffnung (11) rechteckig,  
5 oder trapezförmig ist.

11. Zerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Durchtrittsöffnung (11) zumindest zwei gleichförmige  
10 Querschnitte unterschiedlicher Größe aufweist, insbesondere  
eine Stufenbohrung.

12. Zerstäuberdüse nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß der Düsenkörper (2) in seinem axialen Verlauf zumindest  
einen wandstärkereduzierten Abschnitt (13) aufweist.

13. Zerstäuberdüse nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß der wandstärkereduzierte Abschnitt (13) im Bereich einer  
Höhenstufe (4) verläuft.

5 R. 302811

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

10

### Zusammenfassung

15 Eine Zerstäuberdüse (1) für Kraftstoffe, insbesondere zum  
Eintrag in einen chemischen Reformer zur Gewinnung von  
Wasserstoff, weist einen Düsenkörper (2) mit  
Abspritzöffnungen (3), die in einen Zumeßraum ausmünden, und  
zumindest einer Dosieröffnung (6) auf. Die Abspritzöffnungen  
20 (3) sind mit einer radialen Richtungskomponente zu einer  
Mittelachse (10) des Düsenkörpers 2 in Höhenstufen (4) mit  
jeweils zumindest einer Abspritzöffnung (3) angeordnet.  
Zumindest ein Düsenkörpereinsatz (5), welcher zumindest eine  
Durchtrittsöffnung (11) aufweist, ist vor der in  
25 Kraftstoffströmungsrichtung (8) ersten Höhenstufe (4.1)  
und/oder zwischen den Höhenstufen (4) im Düsenkörper (2)  
angeordnet.

(Fig. 1')

30



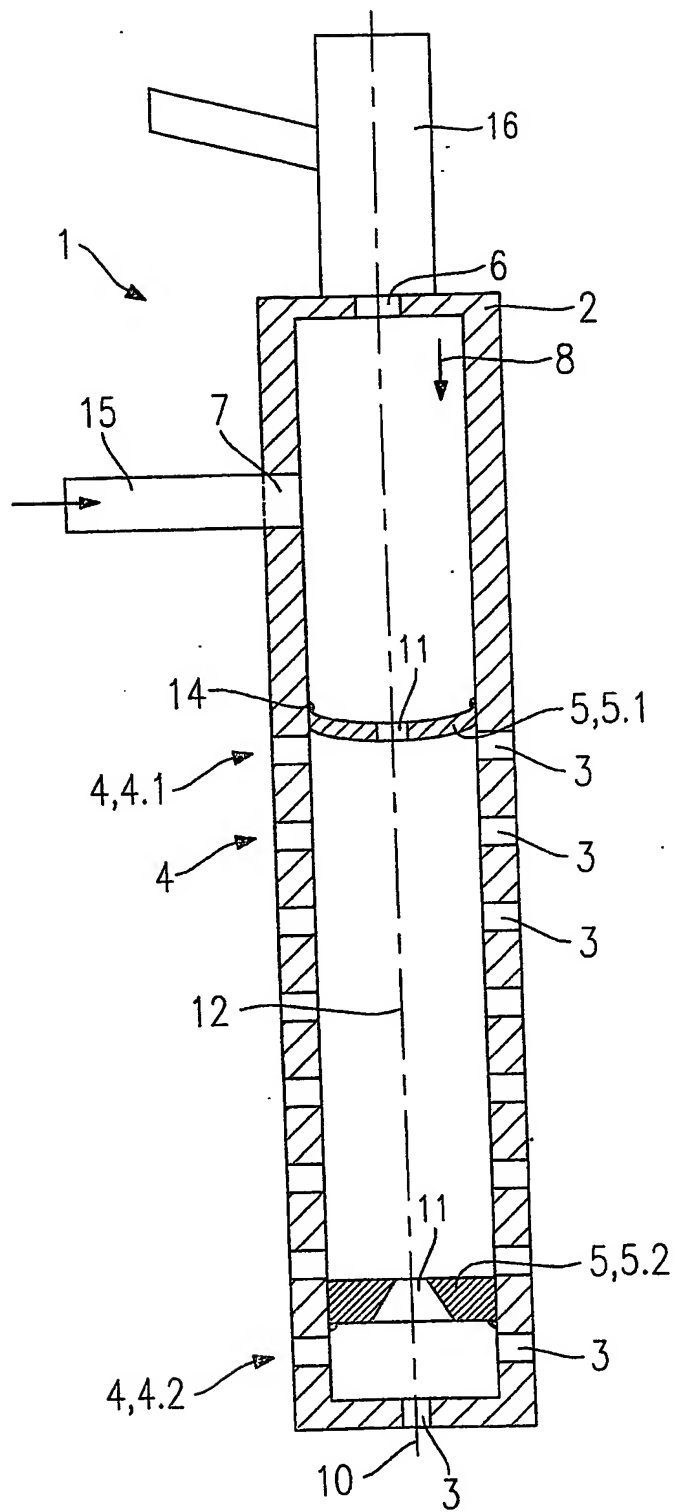


Fig. 1

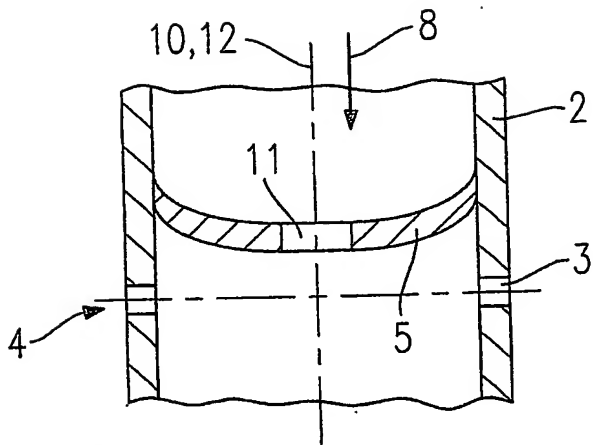


Fig. 2A

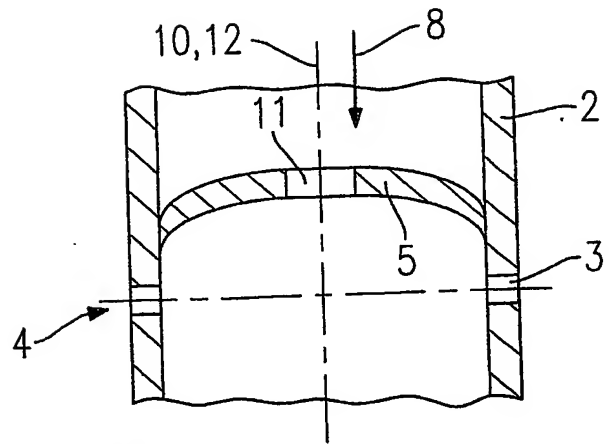


Fig. 2B

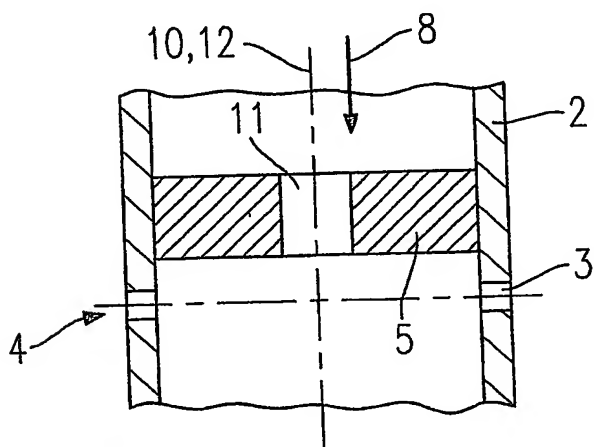


Fig. 2C

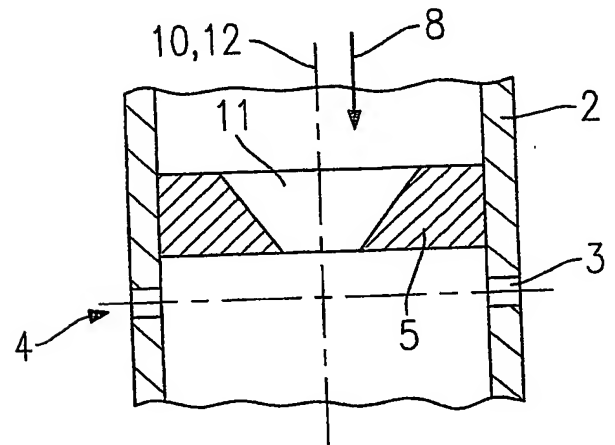


Fig. 2D

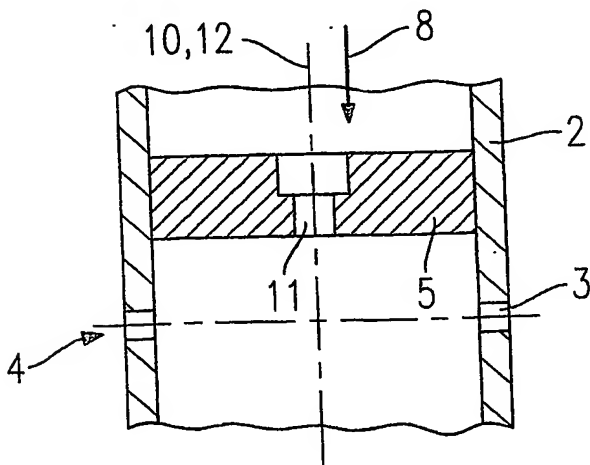


Fig. 2E

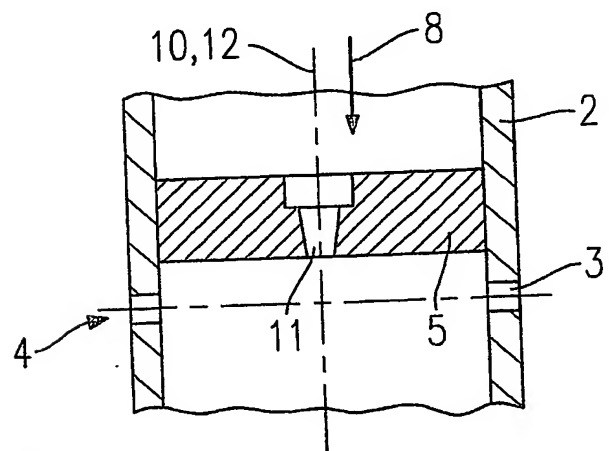


Fig. 2F

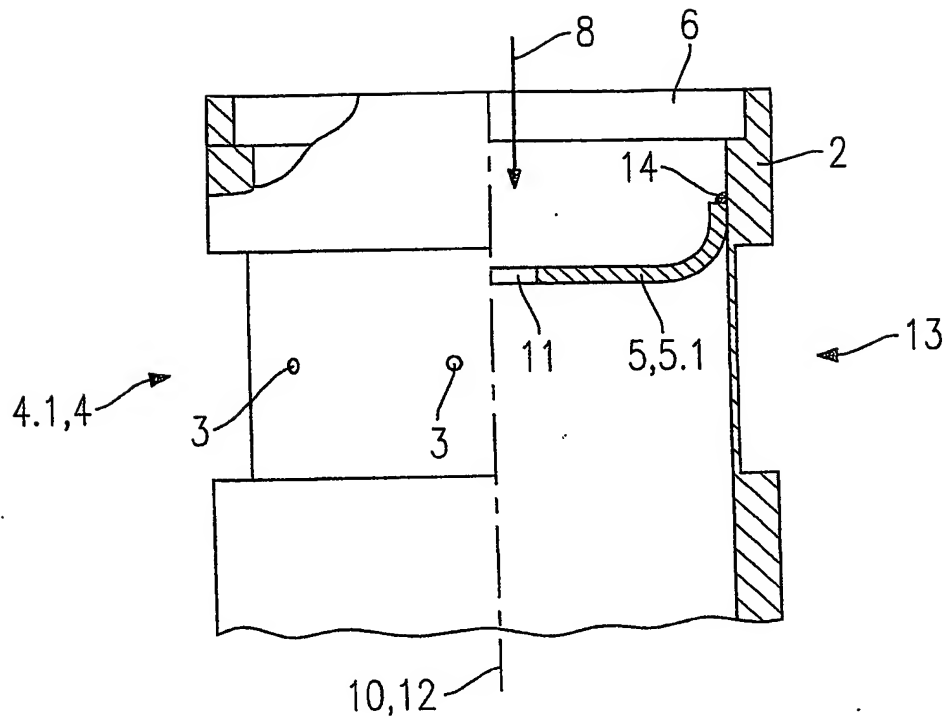


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**